

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-022153

(43)Date of publication of application : 23.01.1998

(51)Int.Cl.

H01F 41/02
B22F 3/087

(21)Application number : 08-175217

(71)Applicant : AICHI STEEL WORKS LTD

(22)Date of filing : 04.07.1996

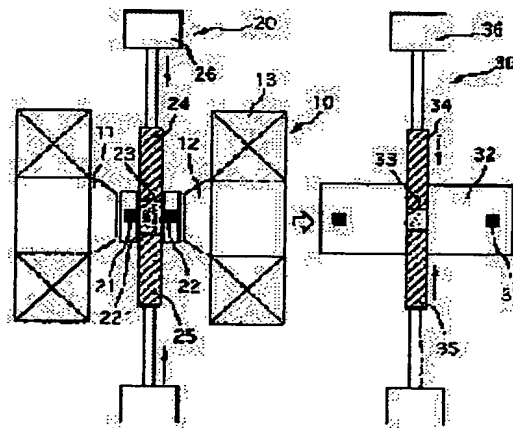
(72)Inventor : MOTOKURA YOSHINOBU
MITARAI HIROSHIGE
MAEKAWA KOICHI
SUGIURA YOSHINORI

(54) MANUFACTURE OF MAGNETICALLY ANISOTROPIC RESIN BOND MAGNET

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method by which the molded body of a magnetically anisotropic resin bond magnet can be mass-produced with high dimensional accuracy.

SOLUTION: A method in which a magnetically anisotropic resin bond magnet having a prescribed shape is manufactured by compression molding a compound composed of anisotropic magnet powder and a thermosetting resin while the magnet power is oriented in an oriented magnetic field is composed of an orienting process in which the compound is compression molded to an oriented preformed body while the resin is melted by heating the compound in a prescribed preforming mold 22 of a preforming device 10 provided with an oriented magnetic field device and, at the same time, the magnet powder is oriented by impressing the oriented magnetic field upon the compound, a transferring process in which the oriented preformed body is shifted to the main molding tool 32 of main molding equipment 30 from the preforming device 10, and a main molding process in which the resin bond magnet having a prescribed shape is obtained by heating the oriented preformed body while the body is compressed by means of the molding equipment 30.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2816668

[Date of registration] 21.08.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-22153

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月23日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 F 41/02

H 0 1 F 41/02

B 2 2 F 3/087

B 2 2 F 3/02

H

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平8-175217

(22) 出願日

平成 8 年 (1996) 7 月 4 日

(71) 出願人 000116655

愛知製鋼株式会社

愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地

(72) 発明者 本蔵 義信

愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地 愛知製
鋼株式会社内

(72) 発明者 御手洗 浩成

愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地 愛知製
鋼株式会社内

(72) 発明者 前川 孝一

愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地 愛知製
鋼株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大川 宏

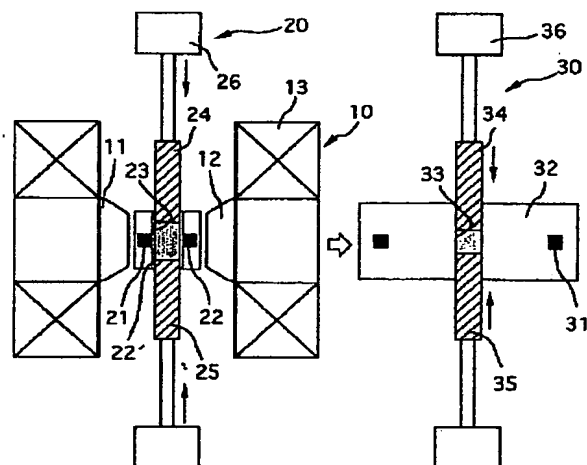
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 量産性に優れかつ高寸法精度の磁気異方性樹脂結合型磁石の成形体の製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 異方性磁石粉末と熱硬化性樹脂とからなるコンパウンドを配向磁場中で該異方性磁石粉末を配向させながら圧縮成形して所定形状の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法において、配向磁場装置を具備する予備成形装置 10 の所定予備成形型 22 内でコンパウンドを加熱して熱硬化性樹脂を熔融状態とするとともに配向磁場を作用させて該異方性磁石粉末を配向させながら圧縮成形し配向予備成形体とする配向工程と、配向予備成形体を予備成形装置 10 から本成形装置 30 の本成形型 32 内に移送する移送工程と、本成形装置 20 で配向予備成形体を圧縮しつつ加熱して所定形状の磁気異方性樹脂結合型磁石とする本成形工程と、からなる磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】異方性磁石粉末と熱硬化性樹脂とからなるコンパウンドを配向磁場中で該異方性磁石粉末を配向させながら圧縮成形して所定形状の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法において、

配向磁場装置を具備する予備成形装置の所定予備成形型内で前記コンパウンドを加熱して該熱硬化性樹脂を熔融状態とするとともに配向磁場を作用させて該異方性磁石粉末を配向させながら圧縮成形し配向予備成形体とする配向工程と、

該配向予備成形体を該予備成形装置から本成形装置の本成形型内に移送する移送工程と、

該本成形装置で加熱して半熔融半硬化状態の該配向予備成形体を圧縮しつつ加熱して所定形状の磁気異方性樹脂結合型磁石とする本成形工程と、

からなることを特徴とする磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法。

【請求項2】該配向工程で該異方性磁石粉末を配向させた後減磁処理を施す請求項1に記載の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法。

【請求項3】該本成形工程の後で該磁気異方性樹脂結合型磁石を加熱し該熱硬化性樹脂の硬化を完了させる硬化工程を含む請求項1に記載の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法。

【請求項4】該本成形工程の後で該磁気異方性樹脂結合型磁石を着磁する着磁工程を含む請求項1に記載の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法。

【請求項5】該本成形工程での圧縮成形加圧は該配向工程での圧縮成形加圧より大きい請求項1に記載の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法。

【請求項6】該本成形工程での圧縮成形は、無磁界中あるいは該配向工程の磁界より弱い磁界中で行う請求項1に記載の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、異方性樹脂結合型磁石の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来異方性樹脂結合型磁石の製造方法は、金属製ダイ中に充填した磁石粉末に該磁石粉末が回転移動し、磁化容易軸方向に磁界の方向を揃えるために、該磁石粉末に一定時間8～12kOeの静磁界を印加しつつパンチにより加圧成形する方法が行われている。

【0003】たとえば、特開平7-130566号公報には、ゴムモールドを使用してパルス磁界中で予備成形し、静磁場中でゴムモールドのままダイプレスして異方性樹脂結合型磁石の製造方法が開示されている。この方法ではゴムモールドを使用しているためダイプレス時に低い成形圧力(0.8～1.5t/cm²)の付加しか

できない。このため成形体を高密度化することが困難となり高い磁気特性を得ることが難しい。またゴムモールドで成形しているため成形体の寸法精度も十分でなく、かつゴムモールドの消耗が激しいので量産化等に問題がある。

【0004】特開昭61-147997号公報には、乾式冷間水圧プレス装置にパルス磁場コイル、静磁場コイルを取り付け、該磁場内で粉末成型を行い異方性希土類磁石を製造する方法が開示されている。この方法も静水圧の印加にゴム膜を使用するため寸法精度が十分でない等の問題がある。他方、本発明者らが先に開示した特開平8-31677号公報には、上記の問題点を金型成形法により改善して高寸法精度を達成し、さらに熱硬化性樹脂が液状化する際に磁界を印加することにより高配向化を達成して高い磁気特性の磁気異方性樹脂結合型磁石を製造する方法を開示した。しかし、熱硬化性樹脂が液状化させ、磁界を印加し、次いで加圧成形するという大きく2つの機能を1装置内で付与するために、生産性に問題が残されている。また同一装置内で成形するために、成形金型に制約を受けて、高い磁場を得るための柔らかい軟磁性材料、非磁性材を使用しなければならない。これらの材料は十分な圧力を付加することが困難で、高密度の成形体を得ることが困難であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、高い磁気特性を維持しつつ、量産性に優れかつ高寸法精度の磁気異方性樹脂結合型磁石の成形体の製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者は異方性磁石粉末と熱硬化性樹脂とからなるコンパウンド中での異方性磁石粉末の配向について検討と試作を繰り返した。そして、コンパウンド中の熱硬化性樹脂が加熱されて熔融状態になったときに磁場を作用し圧縮成形することにより異方性磁石粉末が容易に高配向すること、および磁場の作用を切っても異方性磁石粉末の高配向が維持されることを発見確認し、本発明を完成した。

【0007】即ち、本発明の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法は、異方性磁石粉末と熱硬化性樹脂とからなるコンパウンドを配向磁場中で該異方性磁石粉末を配向させながら圧縮成形して所定形状の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法において、配向磁場装置を具備する予備成形装置の所定予備成形型内で前記コンパウンドを加熱して該熱硬化性樹脂を熔融状態とするとともに配向磁場を作用させて該異方性磁石粉末を配向させながら圧縮成形し配向予備成形体とする配向工程と、該配向予備成形体を該予備成形装置から本成形装置の本成形型内に移送する移送工程と、該本成形装置で該配向予備成形体を圧縮しつつ加熱して所定形状の磁気異方性樹脂結合型磁石とする本成形工程と、からなることを特徴とする。

【0008】本発明の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法では、その配向工程でコンパウンドを構成する熱硬化性樹脂が溶融状態となるコンパウンドの最も粘性の低い状態で磁場を作用する。このためコンパウンドの他の構成成分である異方性磁石粉末はコンパウンド中で容易に回転変位して磁場方向に配向する。そしてこの状態で型内で圧縮成形され次工程に搬送のために必要な強度を付与された所定寸法の予備成形体がえられる。この予備成形体は異方性磁石粉末が配向してチェーン状の連鎖を形成している。そして連鎖を形成している異方性磁石粉末の周囲には半硬化の樹脂、微細空間が存在する。その後、本成形工程の型内で再圧縮成形され、微細空間が押しつぶされ寸法精度が高く高配向の磁気異方性樹脂結合型磁石となる。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法は、異方性磁石粉末と熱硬化性樹脂とからなるコンパウンドを配向磁場中で該異方性磁石粉末を配向させながら圧縮成形して所定形状の磁気異方性樹脂結合型磁石とする圧縮成形法に基づいている。すなわち、圧縮成形で形状寸法を与え、熱硬化性樹脂で異方性磁石粉末を一体化するものである。この本発明の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法は配向工程と移送工程と本成形工程とからなる。

【0010】本発明の配向工程は配向磁場装置を具備する予備成形装置を使用する。この予備成形装置は配向磁場装置を組み込んだ圧縮成形装置と考えることができる。配向磁場装置および圧縮成形装置共に従来より公知のものを使用できる。なお、配向磁場を優先するために、型の材質としては好ましくない材料、例えば予備成形型の材質を配向磁場に適した軟磁性体あるいは非磁性体とすることもできる。また、圧縮成形時の加圧力を小さくし、型の材質としては好ましくない材料で作られた予備成形型を保護することもできる。

【0011】配向工程はかかる予備成形装置を使用する。この工程は十分に混合されたコンパウンドを使用する。コンパウンドを構成する熱硬化性樹脂は粒径44 μ m程度の微粉末がよい。また、異方性磁石粉末の粒径としては44~425 μ m程度のものがよい。具体的な熱硬化性樹脂としては、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂を挙げることができる。異方性磁石粉末としてはフェライト磁石粉末も使用できるが磁気特性の優れた希土類磁石粉末がこのましい。希土類磁石としては具体的にNd-Fe-B系、Sm-Co系、Sm-Fe-N系を挙げることができる。

【0012】熱硬化性樹脂の配合割合は全体を100体積%としたとき、10~20体積%が好ましい。熱硬化性樹脂の配合割合が多いと得られる磁石の磁気特性が低い。逆に熱硬化性樹脂の配合割合が少ないと、成形性が悪くなるとともに配向工程での異方性磁石粉末の配向が

不十分となり、磁気特性が低下する。この配向工程では、まず予備成形型にコンパウンドを供給する。コンパウンドの供給量は得られる磁石の寸法精度に影響するため正確に所定量のコンパウンドを予備成形型に投入しなければならない。コンパウンドの加熱は予備成形型を加熱し型から伝達される熱で加熱することができる。なお、成形性に悪い影響がなければ、他の加熱手段を採用することもできる。例えば、予めコンパウンドを無加熱で加圧成形してグリーンコンパクトとし、このグリーンコンパクトを予備成形型外で加熱し、直ちに予備成形型に投入して配向工程を実施することもできる。

【0013】磁場を作用させる時期および加圧時期は、熱硬化性樹脂の粘度が最も低くなった時である。熱硬化性樹脂は加熱により軟化して溶融する。その後、硬化反応が進行し固くなる。磁場を作用させる時期および加圧時期はこの熱硬化性樹脂が加熱されて軟化した後でかつ硬化反応の進行により粘度が高くなる前におこなう。なお、硬化反応の速さ、軟化した時の樹脂粘度は熱硬化性樹脂の種類、使用する硬化促進剤等の助剤等によって異なる。従って、使用する熱硬化性樹脂は成形タクトとか成形条件に合わせて選択する必要がある。また、磁場を作用させる時期および加圧時期も使用する熱硬化可塑性樹脂によって管理する必要がある。

【0014】作用させる磁界の強さは8~12kOe程度でよい。また、磁界はパルス的に作用させても、静的に作用させてもよい。加圧は1.0~2.0ton/cm²程度でよい。これにより異方性磁石粉末が十分に配向し、所定形状を持ちかつ取り扱える程度に固い予備成形体が成形できる。なお、予備成形型からの脱型を容易にするため、異方性磁石粉末を配向させた後減磁処理を施すこともできる。減磁処理は通常実施されている減磁処理をそのまま採用できる。

【0015】本発明の移送工程は予備成形装置で製造された配向予備成形体を予備成形装置から本成形装置に移送する工程である。この移送工程はロボットアームを用いて配向予備成形体を予備成形装置から本成形装置に移送してもよいし、プレス装置のトランスファー装置のように、予備成形装置と本成形装置との間に配向予備成形体を移送する移送保持具を配置して行ってもよい。

【0016】なお、配向予備成形体が加熱されており、硬化反応が進行しているためできるだけ早く本成形を行うのが好ましい。このため移送工程は迅速に行うのが望ましい。本発明の本成形工程は移送工程で移送される配向予備成形体を圧縮しつつ加熱して所定形状の磁気異方性樹脂結合型磁石とするもので、この本成形工程ではより緻密でかつ強固に結合された磁石とするものである。この本成形工程では本成形装置を使用する。この本成形装置は通常の圧縮成形装置をそのまま使用してもよい。本成形工程では配向工程の押圧力より強い押圧力を作用させるようにするのが好ましい。また、強い押圧力の保

持時間は、熱硬化性樹脂による異方性磁石粉末の固定がより確実となるように、温度、圧力、時間を最適化する。具体的には7.0~10.0 T/cm²の押圧力で温度は150~180℃、時間は3~10秒の押圧持続が好ましい。

【0017】本成形工程でも成形型を加熱し、成形型で配向予備成形体をさらに加熱するのが好ましい。また、特殊な条件下では、配向磁場装置を本成形装置に組み込み、配向工程の磁界より弱い配向磁場を作用させつつ圧縮成形を実施することもできる。本成形装置から取り出した後、得られた磁気異方性樹脂結合型磁石を加熱炉中に入れ、さらに加熱して熱硬化性樹脂の硬化を完了させる後加熱工程を実施してもよい。また、得られた磁気異方性樹脂結合型磁石の着磁を行う着磁工程を実施することもできる。

【0018】

【実施例】磁気合金の化学組成が、Nd:12.7(at%)、B:6.0(at%)、Co:17.1(at%)、Ga:0.3(at%)、Zr:0.1(at%)、Fe:残り(合金全体で100原子%)となる合金原料をボタンアーク溶解炉にて溶解・鑄造し各合金のインゴットを作製した。得られた合金のインゴットを1100℃で40時間の均質化処理を施した。

【0019】この合金の水素ガス吸蔵処理は、水素ガス圧力0.5(kgf/cm²)で室温から800℃まで約1時間かけて昇温し、その後800℃で3時間保持した後、ガス圧5×10⁻³で800℃で30分間保持して脱水素処理をおこない室温に急冷した。得られた原料合金は、乳鉢で軽く粉碎し、平均粒度150μmの磁石粉末とした。

【0020】上記の磁石粉末(80体積%)および樹脂としてエビコート1004と硬化剤DDM(油化シェル社製)とシラン系カップリング材(合わせて20体積%)とからなる成形粉末(コンパウンド)を調製した。本実施例では図1に示す装置を使用した。この装置は配向磁場装置10を具備する予備成形装置20と本成形装置30とからなる。予備成形装置20は、加熱源21をもち中央に貫通孔からなる成形孔23を区画する筒状の予備成形ダイ22と、この成形孔23の上側開口より挿入される上パンチ24、下側開口より挿入される下パンチ25、およびこれら上パンチ24および下パンチ25を互いに近接する方向に加圧する加圧装置26とからなる。

【0021】配向磁場装置10は予備成形ダイ22を水平方向に挟む一対の磁極11、12とこれら磁極11、12に磁気を供給する電磁コイル13とからなる。なお、予備成形ダイの本体22はパーメンジュール又は純鉄で形成され、その内周面を形成する部分22'は非磁性合金で形成されている。成形孔23の断面は7×7mmである。

【0022】本成形装置30は、加熱源31をもち中央に貫通孔からなる成形孔33を区画する筒状の本成形ダイ32と、この成形孔33の上側開口より挿入される上パンチ34、下側開口より挿入される下パンチ35、およびこれら上パンチ34および下パンチ35を互いに近接する方向に加圧する加圧装置36とからなる。なお、本成形ダイ32は超硬合金(WC-Co系)または合金工具鋼(SKD61)で形成され、成形孔の断面は7×7mmである。

10 【0023】この装置を用い、図2(B)に斜視図を示す円柱状の磁気異方性樹脂結合型磁石を成形した。なお、この磁石は7×7mm、高さ7mmで、図2(B)に矢視されているように相背向する側面にN極およびS極をもつ。この成形装置を使用し、前記したコンパウンドを用いて表1に示す予備成形条件で予備成形体を作り、直ちにこの予備成形体をロボットハンドで本成形装置に移送し、表1に示す本成形条件で本成形を行った。表1に示すように、予備成形および本成形共に成形温度を150℃とした。なお、成形温度は予備成形ダイ22および本成形ダイ32の温度である。また、試料No. 1~試料No. 6については予備成形では成形圧力を1.0~6.0t/cm²の範囲で、成形磁場として10~15kOeを作用させた。そして本成形では成形圧力を9.0t/cm²と一定とし、成形磁場は印加しなかった。そして成形磁場として20kOeを作用させた。なお、予備成形行程ではコンパウンドの投入後約20秒後にコンパウンドの粘度が最も低くなることを確認している。

30 【0024】試料No. 11~試料No. 13については予備成形を実施することなく、予備成形装置20を用いてそのまま本成形をおこなった。成形圧力はいずれも8.5t/cm²と一定とし、成形磁場10、15および20kOeを作用させた。予備成形サイクルは、コンパウンドを予備成形ダイ22の成形孔23に投入し、投入後10秒の時間で成形磁場を作用させ30秒まで成形磁場を作用させ続けた。成形圧力は投入後20秒の時間で加圧し10秒持続した。試料No. 1~試料No. 6の本成形については、予備成形体を得られた後約2秒後に本成形ダイ32中に予備成形体を投入し、投入後10秒たったところで加圧し20秒持続した。また、試料No. 11~試料No. 13についてはコンパウンドを予備成形ダイ22の成形孔23に投入し、投入後10秒の時間で成形磁場を作用させ50秒まで成形磁場を作用させ続けた。成形圧力は投入後20秒の時間で加圧し30秒持続した。

50 【0025】得られた各磁気異方性樹脂結合型磁石の磁気特性を表2に示す。表2の各磁気異方性樹脂結合型磁石の磁気特性から明らかなように、予備成形圧力を6.0t/cm²以下と成形圧力を低くし、本成形で成形磁場を印加することなく成形圧力9.0t/cm²で成形

した試料No. 1～試料No. 6の各磁気異方性樹脂結合型磁石の磁気特性は、一段成形で8.5 t/cm²の高圧と10～20 kOeの成形磁場を同時に印加した試料No. 11～試料No. 13の各磁気異方性樹脂結合型磁石の磁気特性とはほぼ同一であった。

【0026】これらの結果、予備成形で成形磁場を付与して比較的低い成形圧力で予備成形体を成形し、本成形で成形磁場を付与することなく高い成形圧力で成形することにより磁気特性の優れた磁気異方性樹脂結合型磁石が得られることが明らかとなった。このことは予備成形ダイには磁気が作用するため、磁気を通しやすい、通常の高圧の圧縮成形ダイには使用できない型材でも、予備成形ダイ用の型材として使用できることを意味する。これにより予備成形装置および本成形装置を含む成形装置全体の構成を容易にすることができるとともに、成形装置を安価とすることが容易となる。

【0027】また、配向磁化に要する時間が加圧成形時間に要する時間に比較して長い場合には、予備成形と本*

*成形の2度の成形を行っても、1個の磁気異方性樹脂結合型磁石を製造するに要する成形時間は、1個の成形装置で行うのと変わらない。そして予備成形と本成形の時間を同一とすることにより1個の磁気異方性樹脂結合型磁石を製造するに要する成形時間で2個の磁気異方性樹脂結合型磁石を製造することができることになる。すなわち、高価な配向磁場装置を具備する予備成形装置の稼働率を2倍とすることができ、生産性が高くなる。

【0028】さらに、本発明の方法で製造される磁気異方性樹脂結合型磁石は堅い高精度の成形型内で型成形されたものである。このため製品の寸法精度が極めて高い。図1に示す成形装置では、図2(A)、図2(C)および図2(D)3に示す形状でかつ加圧方向と交差する方向にN極およびS極をもつ磁気異方性樹脂結合型磁石を成形できる。

【0029】

【表1】

試料 No.	予備成形			本成形		
	成形温度 (℃)	成形圧力 (t/cm ²)	成形磁場 (kOe)	成形温度 (℃)	成形圧力 (t/cm ²)	成形磁場 (kOe)
1	150	1.0	10	150	9.0	0
2	150	2.0	10	150	9.0	0
3	150	3.0	10	150	9.0	0
4	150	4.0	15	150	9.0	0
5	150	5.0	15	150	9.0	0
6	150	6.0	15	150	9.0	0
11	—	—	—	150	8.5	10
12	—	—	—	150	8.5	15
13	—	—	—	150	8.5	20

【0030】

【表2】

試料 No.	磁気特性 (BH) _{max} (MG0e)
1	17.5
2	17.6
3	17.2
4	16.7
5	16.5
6	16.5
11	16.5
12	17.0
13	17.5

なお、図3(D)および図3(E)に示す放射方向に磁力線が伸びる磁気異方性樹脂結合型磁石は、例えば、図4に示す装置で成形することができる。

【0031】この装置は、配向磁場装置40を具備する予備成形装置50と本成形装置70とからなる。予備成形装置50は、加熱源51をもち中央に貫通孔からなる成形孔53を区画する筒状の予備成形ダイ52と、この成形孔53の上側開口より軸芯に挿入される上コア54、下側開口より軸芯に挿入され円柱状の上コア54と当接する円柱状の下コア55、成形孔53の内周面と上コア54の外周面との間の筒状の成形空間の上側開口から挿入される筒状の上パンチ56および成形孔53の内周面と下コア55の外周面との間の筒状の成形空間の下側開口から挿入される筒状の下パンチ57、上パンチ56の上端に溶接して一体化されている上パンチ基部58、下パンチ57の下端にネジ止めして一体化されている下パンチ基部59、上コア54および下コア55を互いに近接する方向に加圧するコア加圧装置60、および、上パンチ基部58および下パンチ基部59を互いに近接する方向に加圧するパンチ加圧装置61とからなる。

【0032】配向磁場装置40は予備成形ダイ52を中心に軸方向に対向して形成された電磁コイル41、42とこれら磁極11、12に磁気を供給する電磁コイル13とからなる。なお、予備成形ダイ22、上パンチ56および下パンチ57は非磁性材料で、上コア54、下コア55、上パンチ基部58および下パンチ基部59は磁性材料で形成されている。

【0033】この予備成形装置50では、電磁コイル41から出る磁力線は上パンチ基部58および上コア54を通り、上コア54から遠心方向に放射状に成形孔53を通り予備成形ダイ52にはいる。そして予備成形ダイ52より電磁コイル41に戻る。一方、電磁コイル42から出る磁力線は下パンチ基部59および下コア55を通り上コア54に入る、そして上コア54から遠心方向

に放射状に成形孔53を通り予備成形ダイ52にはいる。そして予備成形ダイ52より電磁コイル42に戻る。このように、この予備成形装置50ではその成形孔53には磁力線が遠心方向に放射線状に伸びる。このため予備成形体には内周面側が一方の磁極となり外周面側が他方の磁極となる磁気異方性樹脂結合型磁石の予備成形体が成形できる。

【0034】本成形装置70は、加熱源71をもち中央に貫通孔からなる成形孔73を区画する筒状の本成形ダイ72と、この成形孔73の上側開口より軸芯に挿入される上コア74、下側開口より軸芯に挿入され円柱状の上コア54と当接する円柱状の下コア75、成形孔73の内周面と上コア74の外周面との間の筒状の成形空間の上側開口から挿入される筒状の上パンチ76および成形孔53の内周面と下コア55の外周面との間の筒状の成形空間の下側開口から挿入される筒状の下パンチ77、上パンチ76の上端にネジ止めして一体化されている上パンチ基部78、下パンチ77の下端に溶接して一体化されている下パンチ基部79、上コア74および下コア75を互いに近接する方向に加圧するコア加圧装置80、および、上パンチ基部78および下パンチ基部79を互いに近接する方向に加圧するパンチ加圧装置81とからなる。

【0035】この本成形装置70は予備成形装置50で着磁された予備成形体をより高圧で圧縮成形するもので、配向磁場装置は設けられていない。本発明の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造方法に使用できる成形装置は、図1および図4に示す装置に限られない。従来から知られている配向磁場装置を持つ圧縮成形装置を本発明の予備成形装置として、また、従来から知られている配向磁場装置を持たない圧縮成形装置を本発明の本成形装置として使用できる。

【0036】

【発明の効果】異方性磁石粉末の配向を主として予備成形で行い高圧縮を必要とする圧縮成形を本成形で行い、異なる機能をそれぞれ異なる工程で付与している。このように同時に磁場配向と高圧縮を達成しなくとも得られる磁気異方性樹脂結合型磁石の磁気特性は変わらない。このため本発明の方法では、成形装置を安価にすることができるとともに、磁場配向工程と再圧縮工程とを連続化し、同時進行することにより、生産性を倍増することができる。また、金型を磁場配向用と再圧縮用に分けることにより金型の寿命が長くなる。そして得られる磁気異方性樹脂結合型磁石は型成形されたものであり、寸法精度が高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例の磁気異方性樹脂結合型磁石の製造に用いた成形機の断面模式図である。

【図2】 図1の装置で製造できる主な磁石の形状および磁力線の方法を示す斜視図である。

【図3】 磁力線の方向が遠心方向に放射している磁気異方性樹脂結合型磁石の主な磁石の形状を示す斜視図である。

【図4】 図3に示す磁気異方性樹脂結合型磁石の製造に用いられる成形機の断面模式図である。

【符号の説明】

*

* 10、40：配向磁場装置
形装置

30、80：本成形装置
形ダイ

32、72：本成形ダイ

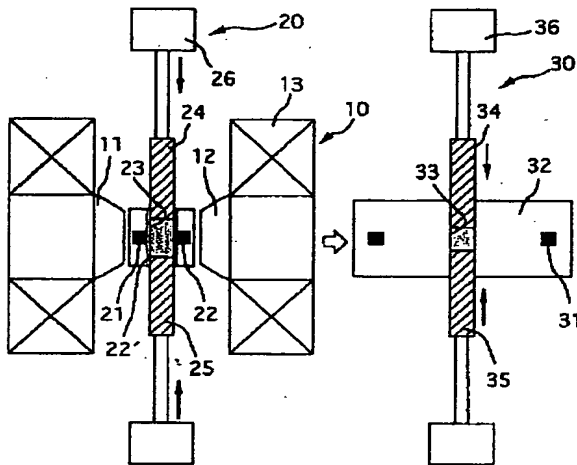
電磁コイル

20、60：予備成

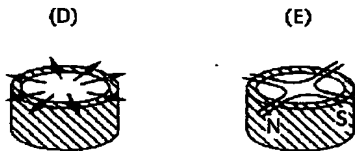
22、52：予備成

13、41、42：

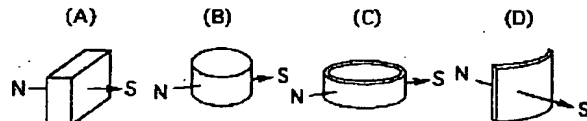
【図1】



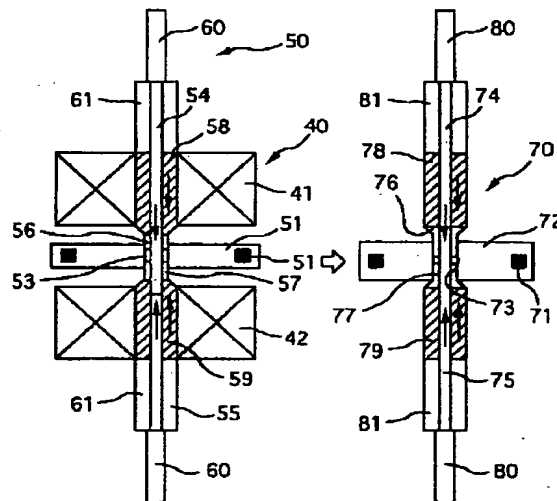
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 杉浦 好宣

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製
鋼株式会社内